

Wpływ układu wykrojów rozcinających na ich zużycie podczas walcowania prętów

Influence of the slitting passes system on the slitting pass wear during the bars rolling process

DOMINIKA STRYCHARSKA
SEBASTIAN MRÓZ
PIOTR SZOTA *

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.1.21>

W pracy przeprowadzono analizę zużycia walców podczas wielożyłowego walcowania prętów żebrowanych przeznaczonych do zbrojenia betonu. Do modelowania numerycznego procesu walcowania zastosowano dwa typy układów wykrojów rozcinających. Do określenia zużycia wykrojów wykorzystano wyniki obliczeń numerycznych jednostkowej pracy sił tarcia otrzymane za pomocą programu komputerowego Forge2011®. SŁOWA KLUCZOWE: walcowanie w wykrojach, pręty żebrowane, zużycie, modelowanie numeryczne, MES

An analysis of the roll wear in the multi-strand rolling of reinforced ribbed bars has been made in the study. For the computer simulations were used two slitting pass system. For determining the wear of the passes, the results of numerical computation of unit friction force work done using the Forge2011® software program.

KEYWORDS: groove-rolling, ribbed bars, wear, numerical modeling, FEM

Walcowanie ciągle wyrobów długich można zaliczyć do najbardziej wydajnych procesów umożliwiających otrzymanie gotowego wyrobu o wysokich własnościach mechanicznych i wytrzymałościowych oraz dobrej jakości powierzchni w wąskim zakresie pola tolerancji wymiarowych [1]. Dokładność wymiarowa wyrobu jest uzależniona od zastosowanych kształtów zestawu wykrojów współpracujących kolejno ze sobą. Podczas eksploatacji te wykroje ulegają zużyciu, co wpływa na dokładność wymiarową gotowego wyrobu oraz na przebieg procesu walcowania [2, 3, 4, 5].

Najczęściej występującym typem zużycia w procesach przeróbki plastycznej jest zużycie ściernie, wywołane tarcie między powierzchnią roboczą walca a walcowanym materiałem. Do opisu tego rodzaju zużycia często jest stosowany model Archarda [6].

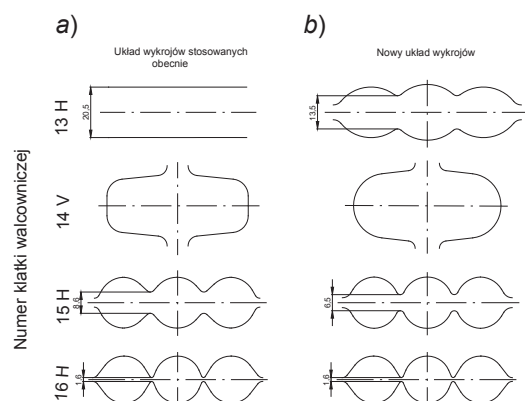
Proces walcowania prętów żebrowanych z wzdłużnym rozdzielaniem pasma charakteryzuje się intensywnym zużywaniem się walców z wykrojami rozcinającymi. Celem pracy było określenie wpływu zastosowanego układu wykrojów rozcinających na ich zużycie w procesie trójżyłowego walcowania prętów żebrowanych o średnicy 16 mm.

W badaniach teoretycznych uwzględniono zarówno klasyczny układ wykrojów rozcinających z dwoma wykrojami, jak i układ nowy – z zastosowaniem trzech wykrojów rozci-

nających. Modelowanie numeryczne procesu walcowania przeprowadzono za pomocą programu komputerowego Forge2011® opartego na MES. Ilościowe zużycie wykrojów rozcinających określono na podstawie metodyki opracowanej w [7, 8].

Założenia przyjęte do modyfikacji układu wykrojów rozcinających

W pracy zmodyfikowano układ wykrojów rozcinających, stosowanych obecnie w jednej z krajowych walcowni ciągłych prętów, poprzez wprowadzenie dodatkowego, trzeciego wykroju rozcinającego w miejsce wykroju typu „gładka beczka”, który był stosowany w klatce 13. Następnie tradycyjny wykroj osadczy w klatce 14 został zastąpiony wykrojem osadczym stosowanym w procesie walcowania prętów płaskich o zaokrąglonych narożach. Natomiast w klatce 15 dokonano zmiany z wykroju wstępnie rozcinającego na wykroj, który ma większe wcięcia części nożowych. Wykroj rozcinający (klatka 16) w obu układach jest taki sam. Korekty układu wykrojów przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Układ wykrojów rozcinających stosowanych do produkcji prętów żebrowanych o średnicy 16 mm walcowanych w technologii trójżyłowej: a) wykroje stosowane obecnie, b) wykroje nowo opracowane. Oznaczenia: H – klatka walców poziomych, V – klatka walców pionowych

Zmiana wysokości części nożowych w wykrojach rozcinających wpłynęła na zmniejszenie wartości gniotu pasma w tych obszarach bruzdy wykroju, dzięki czemu zmniejszyło się zużycie wykrojów. W tradycyjnym procesie walcowania z wzdłużnym rozdzielaniem pasma stosowany jest duży gniot w obszarach pasma stykających się z częściami nożowymi wykrojów rozcinających (klatki 15 i 16) – rys. 1a. Znaczny gniot wywołany częściami nożowymi wykroju rozcinającego jest stosowany w celu ukształtowania mostków w paśmie wielożyłowym o wysokości, która będzie pozwa-

* Dr inż. Dominika Strycharska (strycharska@wip.pcz.pl) – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki; dr hab. inż. Sebastian Mróz prof. PCz (mroz@wip.pcz.pl), dr hab. inż. Piotr Szota (pszota@wip.pcz.pl) – Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Instytut Przeróbki Plastycznej i Inżynierii Bezpieczeństwa

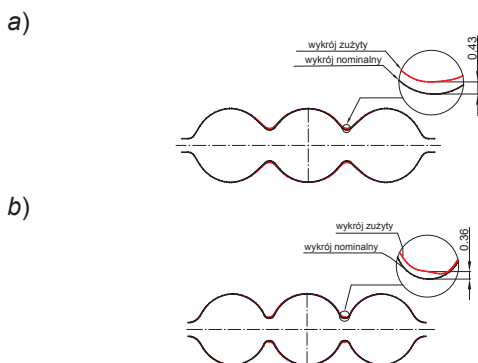
łała na poprawny podział pasma w nienapędzanych rolkach rozdzielających [2, 8, 9].

Modelowanie numeryczne procesu walcowania w wykrojach rozcinających

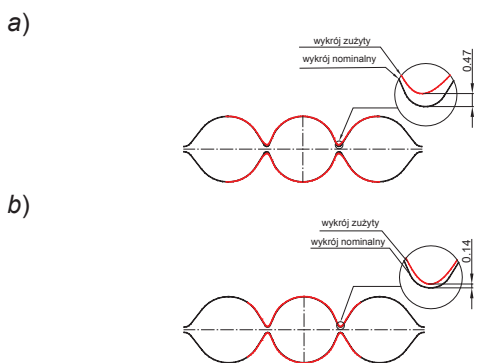
Do określenia zużycia wykrojów wstępnie rozcinających (klatka 15) i rozcinających (klatka 16) wykorzystano wyniki obliczeń numerycznych jednostkowej pracy sił tarcia walców wyznaczone za pomocą programu komputerowego opartego na MES. Model zużycia stosowany w programie komputerowym Forge2011® nie pozwala na ilościową, a jedynie na jakościową (porównawczą) ocenę zużycia walców a jedynie na analizę jakościową (porównawczą). W celu wykorzystania wyników symulacji z zastosowaniem uproszczonego modelu Archarda do ilościowej oceny zużycia walców konieczne jest uwzględnienie współczynnika zużycia, który wyznaczono na podstawie badań doświadczalnych przedstawionych w pracy [8] $k_{zuz} = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^3 \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{mm}^{-2}$.

Ze względu na fakt, że części nożowe wykroju rozcinającego ulegają najszybszemu zużyciu w porównaniu z pozostałymi częściami bruzdy wykroju, w pracy analizowano wartości otrzymane tylko dla tych obszarów wykroju.

Przeprowadzone badania dostarczyły kompletnych informacji, dzięki którym było możliwe określenie teoretycznych kształtów bruzd wykrojów wstępnie rozcinających (rys. 2) i rozcinających (rys. 3) po odwalcowaniu 1000 Mg prętów z zastosowaniem dwóch układów wykrojów.



Rys. 2. Teoretyczny kształt wykroju wstępnie rozcinającego po odwalcowaniu 1000 Mg prętów w porównaniu z kształtem nominalnym, klatka 15: a) układ wykrojów stosowany obecnie, b) nowy układ wykrojów



Rys. 3. Teoretyczny kształt wykroju rozcinającego po odwalcowaniu 1000 Mg prętów w porównaniu z kształtem nominalnym, klatka 16: a) układ wykrojów stosowany obecnie, b) nowy układ wykrojów

W klatce 15 mniejsze zużycie występuje w nowo opracowanym wykroju, gdyż już w klatce 13 następuje wstępne kształtowanie mostków w paśmie, co wiąże się z możliwością zastosowania mniejszych gniotów w tych obszarach

pasma w klatce 15. Zużycie w wykroju obecnie stosowanym wynosi 0,43 mm (rys. 2a), natomiast w wykroju nowo opracowanym – 0,36 mm (rys. 2b).

W klatce 16 również można zauważyć znaczny spadek zużycia części nożowych wykroju, gdy porówna się układ wykrojów stosowanych dotychczas (dwa wykroje rozcinające) z nowo opracowanym układem (trzy wykroje rozcinające). Zużycie w wykroju rozcinającym dla układu stosowanego obecnie wynosi 0,47 mm (rys. 2a), natomiast zastosowanie nowego układu wpływa na spadek zużycia w wykroju rozcinającym do 0,14 mm (rys. 2b).

W dotychczas stosowanym układzie wykrojów wykroj rozcinający (klatka 16) zużywa się najszybciej, a jednocześnie to głównie on odpowiada za prawidłowy podział pasma, gdyż właśnie w tym wykroju odbywa się ostateczne kształtowanie mostków łączących poszczególne żyły w paśmie. Natomiast w nowo opracowanym układzie wykrojów wykroj rozcinający (klatka 16) został znacznie odciążony, ponieważ całkowity gniot w obszarach pasma, w których kształtowane są mostki łączące poszczególne żyły, rozłożono na trzy przepusty. Dzięki temu znacznie zwiększyła się trwałość tego wykroju.

Podsumowanie

W ramach pracy przeprowadzono badania teoretyczne zużycia walców w procesie walcowania prętów żebrowanych z zastosowaniem technologii wielożyłowej. Szczególną uwagę poświęcono wykrojom wstępnie rozcinającym i rozcinającym, gdyż ich zużycie jest największe i wpływa na stabilność procesu walcowania. Przeprowadzone badania umożliwiają przewidywanie zużycia wykrojów oraz okresu eksploatacji, co może częściowo wyeliminować przerwy w pracy walcowni wynikające z awarii powstałych na skutek zbyt dużego zużycia wykrojów.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że zastosowanie nowego układu wykrojów rozcinających zapewni mniejsze odkształcenie pasma w miejscach tworzenia się mostków, co skutkuje mniejszym zużyciem części nożowych wykroju wstępnie rozcinającego oraz rozcinającego.

LITERATURA

- Danchenko V., Dyja H., Lesik L., Mashkin L., Milenin A. „Technologia i modelowanie procesów walcowania w wykrojach”. Częstochowa: Wydawnictwo WIPMiFS Politechniki Częstochowskiej, 2002.
- Mról S. „Proces walcowania prętów z wzdłużnym rozdzielaniem pasma”. Częstochowa: Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 2008.
- Madej Ł., Węglarczyk S., Pietrzyk M. „Analiza wpływu parametrów cyklu produkcyjnego elementów złącznych na zużycie narzędzi”. *Hutnik – Wiadomości Hutnicze*. 8 (2009): s. 620–622.
- Byon S.M., Kim S.I., Lee Y. “A semi analytical model for predicting the wear contour in rod rolling process”. *Journal of Materials Processing Technology*. 191 (2007): s. 306–309.
- Byon S.M., Na D.H., Lee Y. “Effect of roll gap adjustment on exit cross sectional shape in groove rolling-Experimental and FE analysis”. *Journal of Materials Processing Technology*. 209 (9) (2009): s. 4465–4470.
- Archard J.F. “Contact and rubbing of flat surfaces”. *Journal of Applied Physics*. 24, 8 (1953): s. 981–988.
- FORGE3® Reference Guide Release 6.2, Sophia-Antipolis, November 2002.
- Szota P., Mróz S., Stefanik A., Dyja H. “Numerical modelling of the working rolls wear during rods rolling process”. *Archives of Metallurgy and Materials*. 56, 2 (2011): s. 495–501.
- Szota P., Strycharska D., Mróz S., Stefanik A. “Analysis of rolls wear during the ribbed bars multi-slit rolling process”. *Archives of Metallurgy and Materials*. 60, 2 (2015): s. 815–820.
- Na D.H., Cho S.H., Lee Y. “Experimental and numerical studies for the forming groove and separating groove design in slit rolling process”. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 25 (2011): s. 2439–2446.